

APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK ANALISA POTENSI DAERAH KABUPATEN SIDOARJO

M.Syamsul Hudha¹, Arna Fariza S.Kom, M.Kom², Ir. Wahjoe Tjatur Sesulihatien MT², Ira Prasetyaningrum S.Si, M.T²

Mahasiswa¹, Dosen²

Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus PENS-ITS Keputih Sukolilo Surabaya 60111
Telp (+62)31-5947280, 5946114, Fax. (+62)31-5946114

Abstract

This project is creating a web-based Geographical Information System (Web-GIS) using an Analytical Hierarchy Process (AHP) method. It is made for give decision support system for recommending user who wants to look for new places in case of developing their business and industrial activities. It is use 4 criteria and about 66 villages to be an alternatives. To build this app, it needs to collect several data related to small till middle industries which are exists on Sidoarjo City. The criteria which used for are amount of population, material, land use, and road condition. It's all stored in a big Postgre SQL system database and accessed by a PHP programming on an web-based app. The output is a place that have maximum AHP value of global priority, which become a choosen place. The development of this project, we can use it for relocating the industry near the lapindo mud disaster.

1. Pendahuluan

Sidoarjo merupakan sebuah kota yang memiliki potensi dalam bidang industri, makanan mentah, olahan, buah-buahan, dll. Beberapa tahun belakangan ini, perkembangannya mengalami perkembangan yang cukup pesat. Namun, sangat disayangkan karena pada tahun 2006, terjadi semburan lumpur yang menyebabkan Kabupaten Sidoarjo terancam terbenam dalam lumpur tersebut. Apabila hal tersebut telah terjadi, maka seluruh potensi yang ada di dalamnya juga tidak dapat digunakan kembali. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah recovery bencana salah satunya ialah relokasi potensi yang ada di Kabupaten Sidoarjo.

Untuk itu, dikembangkanlah sebuah aplikasi Sistem Informasi Geografis (SIG) berbasis web agar dapat membantu pengambilan keputusan relokasi tempat usaha menuju tempat yang lebih baik. Aplikasi ini menggunakan metode AHP yang dipandang sesuai untuk aplikasi ini karena *user* dapat melakukan perhitungan sesuai kriteria dan prioritas yang diinginkan. Aplikasi ini nanti diharapkan dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan pemerataan usaha sesuai jenis komoditi yang sedang berkembang di Kabupten Sidoarjo sehingga akan memudahkan pihak yang berkepentingan untuk melakukan lokasi usaha terbaik. Bukan hanya itu, aplikasi yang berbasis web ini akan memudahkan *user* untuk mengetahui persebaran potensi di Kabupaten Sidoarjo sehingga agar pengembangan kawasan dikota ini lebih merata.

Rumusan masalah dari aplikasi ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi sumber daya yang dimiliki oleh tiap-tiap kelurahan di Kabupaten Sidoarjo.
2. Mencari lokasi terbaik untuk relokasi industri yang terkena dampak lumpur.
3. Memberikan alternatif pilihan kepada *user* untuk mendapatkan lokasi terbaik berdasarkan jenis komoditi.
4. Alternatif yang didapatkan berdasarkan ketersediaan bahan baku, jumlah penduduk, kondisi jalan, dan luas lahan.

Tujuan dari proyek ini adalah membangun sebuah perangkat lunak Sistem Informasi Geografis berbasis web, yang dapat membantu mengetahui berbagai potensi daerah yang ada di Kabupaten Sidoarjo. Potensi ini meliputi industri makanan olahan, makanan mentah, sandang aksesoris dan konveksi, maupun perkakas logam dan sebagainya, sehingga memberikan kemudahan bagi masyarakat, baik itu investor, umum maupun pemerintah daerah lain ataupun pusat untuk mengetahui segala potensi sosial, ekonomi, dan budaya yang ada di wilayah Kabupaten Sidoarjo.

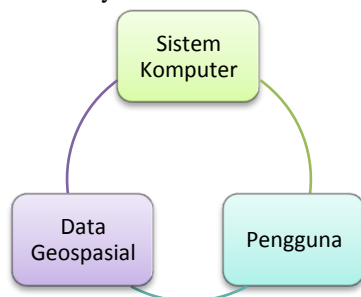
Potensi ini nantinya digunakan untuk memberikan rekomendasi proses relokasi tempat usaha dan industri dari sekitar lokasi bencana lumpur lapindo. Hasil dari proses ini akan ditmpilkan ke dalam sebuah media web yang mudah diakses dan di jalankan. Akhirnya, tujuan

awal yaitu menghidupkan perekonomian dan mengembangkan potensi yang ada di wilayah lain yang belum didayagunakan yang terdapat di Kabupaten Sidoarjo dapat terpenuhi.

Aplikasi Web-GIS ini diharapkan dapat berkontribusi untuk membantu memberikan rekomendasi tempat relokasi suatu jenis usaha berdasarkan komoditinya, sehingga dapat mempermudah *user* untuk memutuskan masalah. Dalam perkembangannya, aplikasi ini juga dapat digunakan untuk membantu proses relokasi pada macam-macam usaha yang berada di sekitar kawasan bencana lumpur lapindo ke kawasan lain di wilayah Kabupaten Sidoarjo.

2. Teori Penunjang

SIG adalah alat dengan sistem komputer yang digunakan untuk memetakan kondisi dan peristiwa yang terjadi di muka bumi. Teknologi ini dapat mengintegrasikan sistem operasi database seperti query dan analisis statistik dengan ditawarkan dalam bentuk peta. Dengan kemampuan pada sistem informasi pemetaan (informasi spasial) yang membedakannya dengan sistem informasi lain seperti database, maka SIG banyak digunakan oleh masyarakat, pengusaha dan instansi untuk menjelaskan berbagai peristiwa, memprediksi hail dan perencanaan strategis (Environmental System Research Institute, ESRI).



Gambar 2.1 *Komponen utama SIG*

Dibawah ini beberap penelitian relevan yang terkait masalah pemindahan atau relokasi suatu potensi industri.

Menurut penelitian Emanuel Melachrinoudis (2000), *"The Relocation of a Manufacturing/Distribution Facility from Supply Chain Perspectives: A Physical Programming Approach"*, lokasi atau relokasi manufaktur / sarana distribusi mencakup pertimbangan rantai pasokan seluruh jaringan, termasuk pemasok, pelanggan dan infrastruktur transportasi, di samping pertimbangan tradisional, seperti biaya atau keuntungan. Hal ini diperlukan karena

relokasi merupakan suatu sistem yang kompleks dan melibatkan banyak faktor.

Penelitian yang dilakukan Dr. Mushtaq Ahmed Memon (), *"Industrial Relocation for Urban Environmental Management : Special Focus on Ho Chi Minh City (HCMC), Vietnam"*, dari banyak industry yang diletakkan didalam area residensial, hanya beberapa yang memiliki teknologi modern, dan mayoritasnya adalah penyumbang polusi utama. Pemerintah kota Vietnam kemudian melakukan beberapa cara untuk mengontrol polusi industry. Salah satunya adalah dengan merelokasi industry tersebut ke struktur yang lebih efisien, jauh dari area residensial. Jadi relokasi mutlak dilakukan untuk menanggulangi permasalahan industri di lingkungan kota, seperti yang tengah terjadi di Sidoarjo.

Menurut Mudji Hartono (2008) dalam tesisnya, Penentuan Nilai Tanah dengan Analisis Spasial, AHP, dan Regresi di Sekitar Wilayah Bencana banjir Lumpur Kabupaten Sidoarjo, kelebihan metode AHP adalah jika dihadapkan pada situasi yang kompleks atau tidak bekerangka, di mana data dan informasi statistik dari masalah yang dihadapi sangat sedikit atau bahkan tidak ada sama sekali. Dengan kata lain, permasalahan yang dihadapi dapat dirasakan dan dilihat, namun kelengkapan data numerik yang berupa angka – angka statistik tidak menunjang para peneliti untuk memodelkan secara kuantitatif. Data hanya bersifat kualitatif yang didasari oleh pengalaman, persepsi, penginderaan ataupun intuisi pengambil keputusan.

Penelitian yang dilakukan Jin Dong (2009) dalam papernya yang berjudul *"iFAO: Facility Network Transformation Services for Specific Customer Oriented Service Industries"* fokus penelitian tentang SDSS telah dilakukan diberbagai disiplin ilmu, seperti dalam menyusun rute kendaraan, manajemen sumberdaya air, alokasi wilayah dan penilaian terhadap suatu masalah. Fokus tersebut digunakan sebagai pendekatan strategis untuk menilai dan mengoptimalkan jaringan fasilitas industri untuk pemilihan lokasi baru, peramalan permintaan pasar dan evaluasi kinerja perusahaan. Permasalahan dalam relokasi jalur transportasi dapat diselesaikan dengan menggunakan pendekatan di atas.

Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)

AHP secara sederhana adalah suatu model pendukung keputusan. AHP menguraikan masalah multi faktor atau multi kriteria yang kompleks menjadi suatu hirarki. Menurut penciptanya, Thomas L. Saaty (1993), hirarki didefinisikan sebagai suatu representasi dari sebuah permasalahan yang kompleks dalam suatu struktur multi level dimana level pertama adalah tujuan, yang diikuti level faktor, kriteria, sub kriteria, dan seterusnya ke bawah hingga level terakhir dari

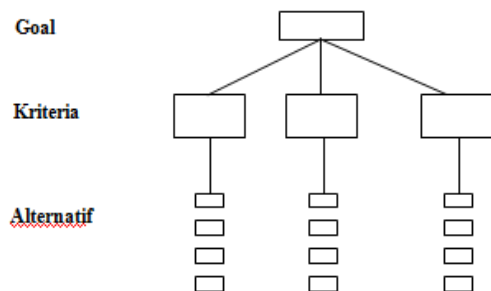
alternatif. Dengan hirarki, suatu masalah yang kompleks dapat diuraikan ke dalam kelompok-kelompoknya yang kemudian diatur menjadi suatu bentuk hirarki sehingga permasalahan akan tampak lebih terstruktur dan sistematis.

Prinsip Kerja AHP

Pada dasarnya langkah-langkah dalam metode AHP meliputi :

1. Menyusun hirarki dari permasalahan yang dihadapi.

Persoalan yang akan diselesaikan, diuraikan menjadi unsur-unsurnya, yaitu kriteria dan alternatif, kemudian disusun menjadi struktur hierarki seperti gambar di bawah ini :



Gambar 2.2 Struktur Hierarki AHP

2. Penilaian kriteria dan alternatif

Kriteria dan alternatif dinilai melalui perbandingan berpasangan. Menurut Saaty (1988), untuk berbagai persoalan, skala 1 sampai 9 adalah skala terbaik dalam mengekspresikan pendapat. Nilai dan definisi pendapat kualitatif dari skala perbandingan Saaty dapat dilihat pada Tabel 5.1.

Tingkat kepentingan	Definisi
1	Sama pentingnya dibanding yang lain.
3	Moderat pentingnya dibanding yang lain.
5	Kuat pentingnya dibanding yang lain.
7	Sangat kuat pentingnya dibanding yang lain.
9	Ekstrem pentingnya dibanding yang lain.
2, 4, 6, 8	Nilai di antara dua penilaian yang berdekatan.
Kebalikan	Jika elemen i memiliki salah satu angka di atas ketika dibandingkan elemen j, maka j memiliki nilai kebalikannya ketika dibandingkan elemen i.

Tabel 2.1 Tabel Skala Dasar

Perbandingan dilakukan berdasarkan kebijakan pembuat keputusan dengan menilai tingkat kepentingan satu elemen terhadap elemen lainnya. Proses perbandingan berpasangan, dimulai dari level hirarki paling atas yang ditujukan untuk memilih kriteria, misalnya A, kemudian diambil elemen yang akan dibandingkan, misal A1, A2, dan A3. Maka susunan elemen-elemen yang dibandingkan tersebut akan tampak seperti pada gambar matriks di bawah ini :

	A1	A2	A3
A1	1		
A2		1	
A3			1

Tabel 2.2 Contoh matriks perbandingan berpasangan

3. Penentuan Prioritas

Untuk setiap kriteria dan alternatif, perlu dilakukan perbandingan berpasangan (pairwise comparisons). Nilai-nilai perbandingan relatif kemudian diolah untuk menentukan peringkat alternatif dari seluruh alternatif. [4]

Pertimbangan-pertimbangan terhadap perbandingan berpasangan disintesis untuk memperoleh keseluruhan prioritas melalui tahapan-tahapan berikut:

- a. Kuadratkan matriks hasil perbandingan berpasangan.
- b. Hitung jumlah nilai dari setiap baris, kemudian lakukan normalisasi matriks.

4. Konsistensi Logis

Semua elemen dikelompokkan secara logis dan diperingatkan secara konsisten sesuai dengan suatu kriteria yang logis. Matriks bobot yang diperoleh dari hasil perbandingan secara berpasangan tersebut harus mempunyai hubungan kardinal dan ordinal. Hubungan tersebut dapat ditunjukkan sebagai berikut (Suryadi & Ramdhani, 1998):

Hubungan cardinal : $a_{ij} \cdot a_{jk} = a_{ik}$

Hubungan ordinal : $A_i > A_j, A_j > A_k$ maka $A_i > A_k$

Hubungan diatas dapat dilihat dari dua hal sebagai berikut :

Dengan melihat preferensi multiplikatif, misalnya bila anggur lebih enak empat kali dari mangga dan mangga lebih enak dua kali dari pisang maka anggur lebih enak delapan kali dari pisang.

Dengan melihat preferensi transitif, misalnya anggur lebih enak dari mangga dan mangga lebih enak dari pisang maka anggur lebih enak dari pisang.

3. Rancangan Sistem

Metode AHP sebagai Sistem Pendukung Keputusan

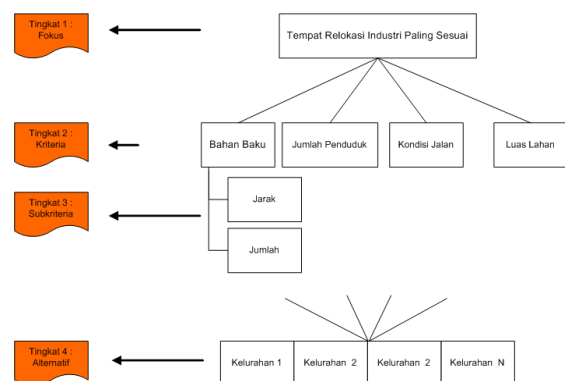
Dalam aplikasi ini digunakan metode AHP untuk melakukan proses perhitungan nilai prioritas dari kriteria-kriteria yang ada. Nilai prioritas tersebut berasal dari *user* pengguna sistem itu sendiri.

Untuk AHP yang akan digunakan dalam proyek akhir ini, yaitu bersifat adaptif. Artinya, sistem dapat menghitung dengan masukan yang lebih fleksibel, sehingga *user* dapat menentukan sendiri kriteria apa yang dia pakai dan kriteria mana yang tidak dibutuhkan.

Hasil perhitungan tadi kemudian menghasilkan suatu nilai prioritas global, pada setiap data alternatif yang digunakan. Setelah dilakukan proses ranking, maka diketahui nilai prioritas global tertinggi yang akan menjadi rekomendasi.

a. Membangun Hirarki Model

Penggunaan AHP dimulai dengan membuat struktur hirarki atau jaringan dari permasalahan yang ingin diteliti. Di dalam hirarki terdapat tujuan utama, kriteria-kriteria, dan alternatif-alternatif yang akan dibahas. Perbandingan berpasangan dipergunakan untuk membentuk hubungan di dalam struktur. Hasil dari perbandingan berpasangan ini akan membentuk matrik dimana skala rasio diturunkan dalam bentuk eigenvektor utama atau fungsi-eigen. Matrik tersebut berciri positif dan berbalikan, yaitu $a_{ij} = 1/a_{ji}$



Gambar 3.1 Struktur Hirarki

b. Membuat Matriks Perbandingan

Salah satu kekuatan utama dari AHP adalah penggunaan prioritas perbandingan berpasangan untuk menurunkan rasio prioritas skala akurat. Pair-wise comparison merupakan metodologi dasar dari AHP. Kemudian membangun sebuah matriks perbandingan berpasangan (ukuran $n \times n$) dalam tingkat yang lebih rendah dengan matriks dalam tingkat yang lebih tinggi berikutnya. Perbandingan berpasangan menghasilkan matriks peringkat relatif untuk setiap tingkat hirarki. Jumlah matriks tergantung pada jumlah unsur di setiap tingkat.

Urutan matriks pada setiap tingkat tergantung pada jumlah elemen di tingkat yang lebih rendah yang menghubungkannya. Dibawah ini terdapat contoh 10 data alternatif kelurahan yang digunakan dalam perhitungan.

c. Mensintesis Perbandingan Berpasangan

Untuk menghitung vektor prioritas, digunakan metode Average of Normalized Column (ANC). ANC membagi elemen dari tiap kolom dengan menjumlahkan isi dari kolom dan kemudian menambahkan elemen-elemen dalam setiap baris yang dihasilkan dan membagi angka ini dengan jumlah elemen dalam baris (n). Hasil dari perhitungan ini ditampilkan dalam Tabel 3.2. Dalam bentuk matematis, vektor prioritas dapat dihitung dengan rumus:

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \frac{a_{ij}}{\sum_{i=1}^n a_{ij}}, i, j = 1, 2, \dots, n$$

Tabel 3.1 Hasil perhitungan matriks berpasangan

Alternatif Makanan Olahan		B		P	J	L
		Jumlah (Jm)	Jarak (Jr)			
1	Kedensari	0	108,69	6384	1,6	156
2	Kludan	0	238,69	4029	1	88,2
3	Katega	1	0	4141	0	154,9
4	Kalisampurno	0	217,81	5086	3	116,2
5	Ngingas	0	187,7	1169 6	3	200,4 5
6	Kedungrejo	0	1008,39	1403 0	0	92,04
7	Kureksari	0	297,78	1416 6	0	122,9 6
8	Grabagan	1	0	5079	1,6 7	239,8 7
9	Kesambi	2	0	4845	3	1,61
10	Candi	1	0	2906	0	374

d. Konsistensi AHP

Saaty telah membuktikan bahwa indeks konsistensi dari matrik berordo n dapat diperoleh dengan rumus :

$$C.I. = \frac{\lambda_{\text{maksimum}} - n}{n - 1}$$

dimana :

C.I = Indeks konsistensi

$\lambda_{\text{maksimum}}$ = Nilai eigen terbesar dari matrik berordo n

$$\lambda_{\text{max}} = (0.25 * 4) + (0.214285714 * 4.666667) + (0.178571429 * 5.6) + (0.14285714 * 7) + (0.107142857 * 9.3333333) + (0.071428571 * 14) + (0.035714286 * 28)$$

$$\lambda_{\text{max}} = 7$$

$$CI = (\lambda_{\text{max}} - n) / (n - 1)$$

$$= (7-7) / (7-1)$$

$$= 0$$

$$CR = CI/RI$$

Size of matrix (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Random index (RI)	0	0	0.58	0.9	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51	1.58

$$CR = 0 / 1.32$$

$$= 0$$

Apabila C.I bernilai nol, berarti matriks konsisten.

e. Mengembangkan Prioritas Peringkat Keseluruhan

Setelah menyelesaikan perhitungan konsistensi untuk semua tingkatan, juga harus melakukan perhitungan vektor prioritas global untuk memilih alternatif terbaik. element dalam Tabel 3.3 merupakan vektor prioritas, kriteria dan alternatif.

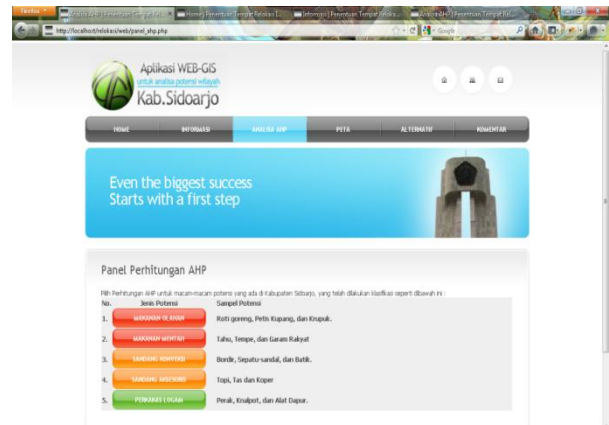
Tabel 3.2 Semua vektor prioritas untuk kriteria dan alternatif

Matrik Alternatif	B		P	J	L	Eigen vector Utama
	(Jm)	(Jr)				
1 Keden sari	0	0,04 698 743 5	0,01 576 608	0,01 563 722	0,00 080 366 7	0,015 83887 9
2 Kluda n	0	0,02 139 622 2	0,00 995 011	0,00 977 326	0,00 045 438 1	0,008 31479 5
3 Keteg an	0,03 225 806	0	0,01 022 671	0	0,00 079 8	0,008 65655 5
4 Kalisa mpurn o	0	0,02 344 733 6	0,01 256 051	0,02 931 978	0,00 059 862 9	0,013 18525
5 Nging as	0	0,02 720 865 4	0,02 888 472	0,02 931 978	0,00 103 266	0,017 28916 3
6 Kedun grejo	0	0,00 506 457 3	0,03 464 882	0	0,00 047 416 3	0,008 03751 1
7 Kurek sari	0	0,01 715 046 1	0,03 498 469	0	0,00 063 345 4	0,010 55372 1
8 Graba gan	0,03 225 806	0	0,01 254 322	0,01 632 134	0,00 123 574	0,012 47167 4
9 Kesam bi	0,06 451 613	0	0,01 196 533	0,02 931 978	8,29 425 E-06	0,021 16190 6
1 Candi	0,03	0	0,00	0	0,00	0,008

0		225 806		717 673		192 673 9	27230 6
---	--	------------	--	------------	--	-----------------	------------

1. Hasil dan Pembahasan

Di bawah ini ditampilkan Web-GIS yang telah dibuat. Berikut ini adalah tampilan awal aplikasi pada panel pemilihan jenis komoditi yang akan dihitung nilai AHP nya:



Gambar 3.2 Tampilan awal aplikasi

Pada tampilan diatas terdapat 5 buah tombol yang terhubung ke 5 jenis komoditi yaitu makanan olahan, makanan mentah, sandang konveksi, sandang aksesoris dan perkakas logam.

Langkah – langkah proses pengujian sistem :

Terdapat sebuah form *input* prioritas sebagai berikut :

Tabel 3.3 Tabel input prioritas

Kriteria	Prioritas
Bahan mentah (B)	1
Jumlah penduduk (P)	3
Kondisi Jalan (J)	4
Luas lahan (L)	2



Gambar 3.3 Form Masukkan User

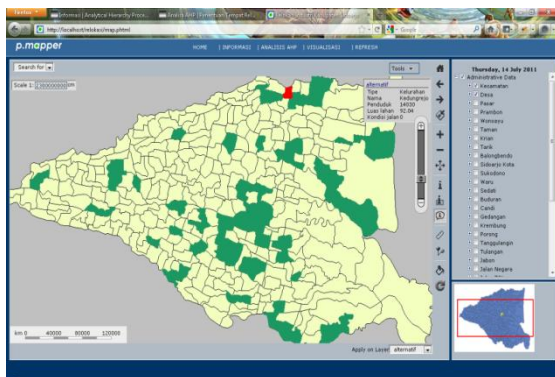
Maka dapat dihasilkan output alternatif pasar yang ada di Kabupaten Sidoarjo berdasarkan input dari user seperti gambar berikut ini :

Klik nama alternatif pada tabel untuk melihat visualisasi.

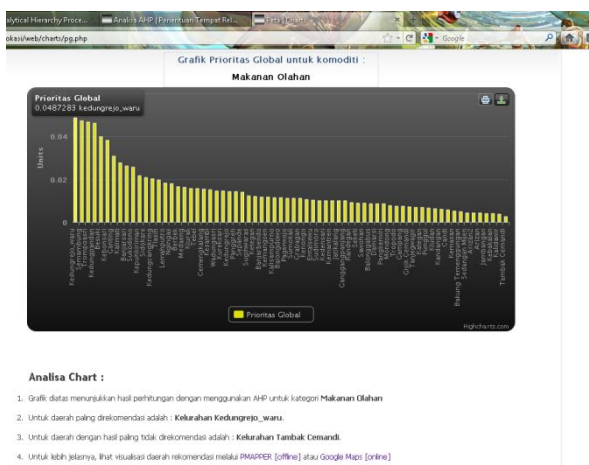
Lokasi Alternatif	Jumlah penduduk	Luas Lahan	Kondisi jalan	Jumlah Bahan Baku	Jarak Bahan Baku	Prioritas Global
Kelurahan Kedungrejo, waru	7650	24342	1.6	0	9.6	0.0487283
Kelurahan Semambung	8055	23150	1.67	0	10	0.0474197
Kelurahan Tromposi	7650	22600	2	0	7.7	0.0468058
Kelurahan Kedungpandan	7245	22050	2.34	0	17	0.0461936
Kelurahan Besuki	5220	19300	2.34	0	4.2	0.0399622
Kelurahan Kebonsari	4224	19650	1.5	0	1	0.0382227
Kelurahan Ganting	5625	13950	1.75	0	7.2	0.0305982
Kelurahan Kalimati	5220	12218	1.6	0	9	0.0275911
Kelurahan Banjarjati	4815	10486	2.5	0	8.7	0.0262401
Kelurahan Sukodono	6173	2.21	1.5	8	0	0.0256362
Kelurahan Kepuhkiman	17471	115.49	2	0	1.4	0.0217669
Jumlah Alternatif	14305	114.8	0	0	0	0.0000000

Gambar 3.4 Hasil Perhitungan AHP

Setelah dilakukan perhitungan AHP, maka akan muncul rangking dari alternatif-alternatif pasar yang ada di Sidoarjo. Kemudian user dapat melihat posisi alternatif pertama tersebut di peta digital secara *offline*.

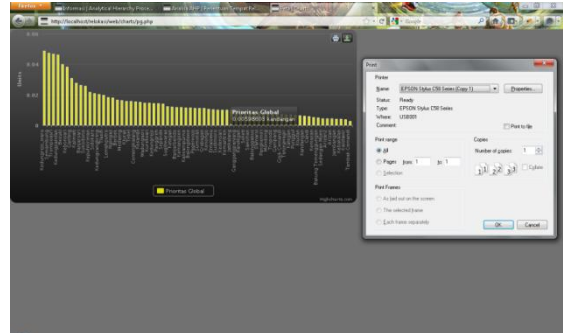


Gambar 3.5 Letak alternatif dengan nilai tertinggi berwarna merah



Gambar 3.6 Tampilan Grafik hasil perhitungan.

Analisa singkat bisa didapat dari tampilan grafik yang berisi perbandingan seluruh kelurahan/desa alternatif yang digunakan dalam perhitungan.



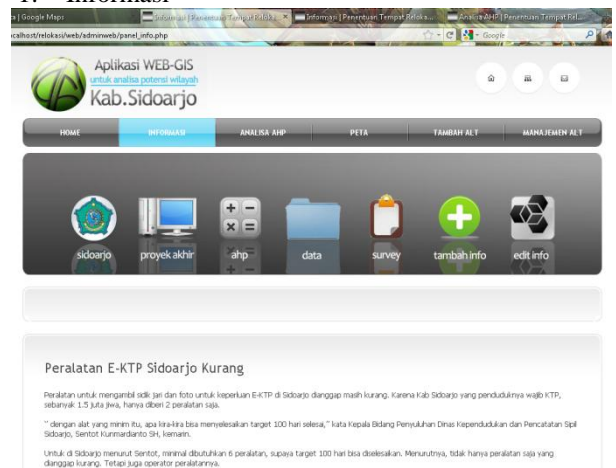
Gambar 3.7 Tampilan cetak grafik

Grafik hasil perhitungan AHP tadi juga dapat dicetak kedalam printer.

• Fitur-fitur pelengkap

Berikut ini adalah tampilan dari fitur-fitur lain yang ada pada sistem informasi dari aplikasi ini :

1. Informasi



Gambar 3.8 Tampilan halaman informasi

Halaman ini berisikan berbagai informasi mulai Kabupaten Sidoarjo, proyek akhir, proses ahp, data, manajemen informasi dan sebagainya.

2. Menambahkan data alternatif

Gambar 3.9 Form menambahkan daerah alternatif

Apabila dari 66 daerah alternatif dirasa kurang, maka dapat ditambahkan kedalam database.

3. Manajemen alternatif

Id	Tipe	Nama	Jumlah Penduduk	Luas Lahan	Kondisi Jalan	Jumlah Bahan Baku	Jarak Bahan Baku	Edit
1	Desa	Kedondari	6204	256	1,6	0	1,3	
2	Desa	Kudat	4029	88,2	1	0	2,5	
3	Kabupaten	Katapan	4141	154,9	0	1	0	
4	Desa	Kakampuno	5086	116,2	3	0	4,6	
5	Kabupaten	Ngings	11696	200,45	3	0	2	
6	Kabupaten	Kedungrejo	14030	90,04	0	0	3,7	
7	Kabupaten	Kudat	14166	122,96	0	0	2,9	
8	Kabupaten	Grabogan	5079	239,87	1,67	1	0	
9	Kabupaten	Kesambi	4845	1,61	3	2	0	
10	Kabupaten	Candi	2906	374	0	1	0	

Gambar 3.10 Halaman manajemen data

Data alternatif yang telah ada dapat dilakukan perbaharuan ataupun dihapus, sesuai kategori masing-masing jenis komoditi.

DAFTAR PUSTAKA

- Dr. Ir. Mukti Zainuddin, MSc. **Aplikasi Sistem Informasi Geografis Dalam Penelitian Perikanan dan Kelautan**. Universitas Hasanuddin Makassar. September 2006.
- [2] Agus Sulistyowati. **GIS Pemetaan Berbasis Web (WebGIS) Untuk Pemetaan Industri di Kabupaten Tuban**. Proyek akhir PENS-ITS Surabaya. Juli 2009.
- [3] Muhammad Kamal Izzi. **GIS Potensi Daerah Kabupaten Gresik**. Proyek akhir PENS-ITS Surabaya. Juli 2009.